



TITLE:

「心」を理解する心:メンタライジ  
ングの発達(環境物理学-先端境界領  
域の創出へ向けて-,京都大学基礎物  
理学研究所 研究会報告書(YITP-W-  
06-02))

AUTHOR(S):

板倉, 昭二

---

CITATION:

板倉, 昭二. 「心」を理解する心:メンタライジングの発達(環境物理学-先端境界領域の創  
出へ向けて-,京都大学基礎物理学研究所 研究会報告書(YITP-W-06-02)). 物性研究 2007,  
88(4): 552-563

ISSUE DATE:

2007-07-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/110852>

RIGHT:

## 「心」を理解する心：メンタライジングの発達

板倉昭二

(京都大学大学院文学研究科)

**要旨** 他者に心的状態を認めたり、その状態を推論したりすることをメンタライジングという。メンタライジングは、人が円滑な社会的生活を営む上で重要な能力となる。メンタライジングの萌芽は、乳児期初期の社会的知覚だと考えられる。すなわち、ヒトの持つ特有な刺激に対する選好に始まり、母子関係に代表される二項関係、さらに第三者もしくは対象物を含む三項関係の成立、そして他者の誤信念を理解する「心の理論」の成立へと続く。本稿では、メンタライジングの発達を、ヒトに対する志向性、ヒト以外のエージェントに対する目標志向性の付与や意図の付与、誤信念の帰属について、われわれがおこなってきた実証的な研究を概略する。

**キーワード：** メンタライジング、心の理論、ヒト志向性、意図理解、共同注意

## はじめに

まず、はじめに、メンタライジング (mentalizing) という言葉の定義をしておこう。メンタライジングとは、自分自身について考えたり、他者の心について考えたりする心の機能のことである。この能力によって、われわれは他者の行動を予測することができる。他者が何を考えているのかを推論することは、日常生活において、本質的に重要である。なぜなら、同じ社会を共有する成員が互いに学習しあったり、協力しあったりする能力を、メンタライジングが支えているからである。

メンタライジングの萌芽は、新生児期にすでに見られる。それはまず、目や顔を含む人の発する社会的シグナルに対する、特別な感受性に始まり、対母親との関係に代表される二項関係へ、そして他者と対象を関係づけてとらえる三項関係へと展開する。この三項関係は、共同注意という行動に端的にみられる。メンタライジングの機能は、次に他者の意図を理解することへ、さらに、他者の欲求の理解、そして誤信念の理解に代表されるような「心の理論」の成立へと向かう。図1におおよその発達の流れを示した。本稿は、乳児期のヒトに対する志向性、アニメーション刺激への目標志向性の付与、およびヒト以外のエージェントに対する意図の帰属や誤信念の帰属について、ロボットを用いておこなった実証的な研究をもとに論じる。

## 1 乳児のヒトに対する志向性

近年の研究から、誕生直後の新生児にも、原初的な社会的知覚が十分に認められるということが知られている。新生児は、ダイナミックな音刺激に対して高い感受性を持っており、特に、人の音声の方向を容易に定位することができる。それどころか、母親の声と見知らぬ女性の声とを区別しており、母親の声を聴くために、サッキングのパターンを意図的に変えることが報告されている。また、一般に、新生児はかなり制限された視力しかないことが知られているが、生後4日の赤ちゃんであっても、母親の顔と見知らぬ人の顔を並べて呈示すると、母親の顔のほうを長く見る<sup>1)</sup>。また、生後1ヶ月では、顔のように見える単純な刺激 (スキーマティック・フェイス) を、同じ要素で構成されたスクランブル顔の刺激よりも、よく追視することが報告されている<sup>2)</sup>。

新生児模倣は、新生児期を代表する最も有名な現象である<sup>3)</sup>。モデルとなる大人が、新生児に向かって舌を出せば、それを見ていた新生児が同じように舌を出す。舌出しに限らず、口を開けたり、口を窄めたり、瞬きをしたり、指の動きをまねしたりなど、新生児模倣は、いろいろな動作に広く見られることが示されている。さらに、新生児が、喜び (happy) や悲しみ (sad)、そして驚き (surprise) といった情動的な表情をもまね

をするということも、報告されている。このような報告には異論をもつ研究者もあり、まだまだ議論の余地はありそうだが、いずれにしても、新生児期というきわめて早い時期でも、乳児は大人の表情の変化を検出し、それに応じて自分も表情を変えることができるのである。

また、5～6ヶ月の乳児では、人の関節部分に付着された光点のみの動き、たとえば歩行といったような動き（バイオロジカル・モーション）を、ランダムな光点の動きよりも好んで長く見るということが報告されている<sup>4)</sup>。このことは、乳児が、人としてのまとまりを持った動きと、そうではないランダムな動きとを区別していたこと、また人としてのまとまりをもった動きを選好したことを意味する。

人が他者の心を見出すことの起源は、どうやらこのあたりにありそうである。新生児期では、それはまだ微妙なものであるらしい。

## II 乳児の目標-志向性の理解

社会的認知の発達においては、意図を持つことと意図を理解することが、極めて重要なことだと考えられる。他者の行為に目標を想定することでその行為を解釈する能力は、大人に限られたものではない。たとえば、事前に行行為者の目標に関する情報を与えることは、2歳児の模倣をベースとした問題解決行動を促進する。18ヶ月児は、完全には遂行されない行為からでも、その本来の目標を推論できること、また、14ヶ月児は、意図的な行為は模倣するが、偶発的な行為は模倣しないことなども、報告されている<sup>5) 6) 7)</sup>。

こうした乳幼児の意図や目標の理解について、先駆的研究となったものを紹介する<sup>8)</sup>。この研究では、コンピューターグラフィックにより作成されたアニメーション刺激を用いて実験をおこない、乳児のこのような性質に関してきわめて興味深い発見がなされた（図2参照）。

用いられた方法は、乳児の認知実験でしばしば用いられている、馴化法だった。刺激は、コンピューターグラフィックスによって作成された、図のようなアニメーションである。図2の上段が、馴化刺激である。この場面では、右の小さいボールが、左の大きいボールに近づこうとしている。しかし、その手前には障害となる壁があつて、それを飛び越えなければ大きいボールのところへ行けない状況になっている。そこで、小さいボールは、助走をつけて壁を飛び越え、大きいボールのところに到達する。このときの、刺激に対する乳児の注視時間が計測された。同じ場面を何度も乳児に見せると、乳児は次第にその刺激に慣れ、注視する時間が短くなる。これを、馴化という。乳児が十分に初めの刺激に馴化した後、今度はテスト刺激として下段のように、障害物を取り除いた

場面を呈示する。左側の刺激では、小さいボールは、最短コースを通過して大きいボールに近づく。一方、右側の刺激では、小さいボールは、馴化刺激と同じような動きで、つまり手前でジャンプして、大きいボールに到達する。一般に乳児は、自分の予期しない事象や新奇な事象に対すると、その事象を長く注視することがわかっている。すなわち、あり得ない事象や見たことのない事象を見た場合には、驚いて長くその対象を見るのだと考えられている。驚いて、という表現が適切かどうかはわからないが。実験の結果、12ヶ月児は、小さいボールが最短コースを通過している場面よりも、ジャンプして到達している場面のほうを、より長く注視した。もし、乳児が、ジャンプして大きいボールに近づくという、ボールの動き（トラジェクトリー）自体に馴化していたのなら、最短コースを通り、大きいボールに近づくという、新奇な場面の方を長く見るはずであった。ところが、結果は逆になった。ゲルゲリーたちは、12ヶ月児の結果を次のように解釈している。乳児は、小さいボールは、大きいボールの所に到達するという「目標」を持っていると理解していた。従って障害物がなくなったテスト刺激場面では、その目的を果たすためにわざわざジャンプする必要はなく、最短コースを進めばいいので、最短コースを通るということは、あり得る現象と理解されたのである。しかし、障害物もないのに、ジャンプして大きいボールのもとに行くというのは、不思議な現象である。つまり、12ヶ月児は、小さいボールに目的を見出し、非常に「合理的」な解釈をしていたのである。

筆者らは、やはりアニメーション刺激を用い、先行研究<sup>9)</sup>を基に次のような実験を行なった<sup>10)</sup>。図3に、実験に用いた馴化刺激の一例を示した。

実験1の刺激画像は、坂道（スロープ）があり、ボールがそこを上ろうとしているというものである。上段では、三角（Helper：ヘルパーと呼ぶ）が、ボールを助けるように上へ押し上げている。ところが、下段では、四角（Hinderer：ヒンダラーと呼ぶ）が邪魔をしてボールを下に突き落としてしまう。この2つの場面を、馴化刺激として用いた。実験2として、馴化刺激に坂道のない条件も設定した。坂道の存在が、ボールの動きに目標を付与させやすくするのではないかと、したがって坂道がなければ結果が変わってくるのではないかと考えたからである。テスト刺激では、ボールが三角に近づく場面と、四角に近づく場面とを呈示した。もちろん、それぞれの図形の役割が交替するように、呈示の仕方は被験児間でカウンターバランスされた。

このような条件で、テスト刺激に対する注視時間を比べてみた結果、坂道有りの条件でも、坂道無しの条件でも、同じ傾向が見られた。すなわち、坂道があろうとなかろうと、乳児は、ボールがヘルパー、つまり、ボールを助ける方の図形に近づくテスト刺激をより長く見たのである。乳児は、坂道を上がろうとしているボールを助けた図形を好

み、また、ボールがその図形のほうに近づくことを好むのだと解釈された。このような解釈だけでは、なぜ乳児がそれを好むのか、十分に説明できていないように思われるが、これについては、今後の検討が待たれるところである。ここで大事なことは、先行の馴化刺激が、後続する別のタイプのテスト刺激の選好に、上記のような影響を与えたということである。

### III 乳児の意図理解

ヒトは、他者に心的状態を帰属させる存在である。たとえ発達の初期段階にある乳児でも、文脈や物体の動きに応じて、その物体に対して目標を付与する。本節では、まず、模倣を利用したメルツォフの実験を、一部、紹介する<sup>6)</sup>。この研究では、行為再現課題 (Reenactment of goal paradigm) という巧妙な方法が用いられ、18ヶ月児が、モデルの意図を読み取って行為を遂行すること、また、モデルが人でなければ、そのような行動は見られないことが示された。実験では、大人がダンベルをはずそうとしているが成功しないという場面を見せる。すると18ヶ月児は、最終的なダンベルの状態(ダンベルのパーツが2つに分かれている)を見ていなかったにも関わらず、モデルがダンベルをはずそうとしていた意図を読み取って、「はずす」という行為を完遂したのである。ところが、メカニカルピンサーと呼ばれる機械の腕のようなものが、同じような動作をして見せた後では、18ヶ月児はその行為を完遂しない。メルツォフは、ヒトのモデルの行為のみが18ヶ月児に影響を与えるのだと結論した。しかしながら、メカニカルピンサーは、機械の腕のようなものが動くだけの単純なものである。実際には、被験児の見えないところで、実験者が操作して動かしている、実にシンプルな機械である。では、ヒト型ロボットのように顔や目や自由度を持つ腕や胴体があり、自律的に動くものであれば、どうだろうか。

筆者らは、2歳～3歳児を対象として、ヒト型ロボットを用いた同様の実験を行なった<sup>11)</sup>。図4は、実験に使用したロボットである。使用されたロボットは、ATR知能ロボティクス研究所で製作された日常活動型ロボット、ロボビーと命名されたものであった。ロボビーは、コミュニケーション機能に重点が置かれたヒト型ロボットである。人間よりもひとまわり以上小さいサイズで、高さ120cm、半径50cm、重量はおよそ40kg。頭部は回転可能であり、腕は自由に動かすことができる。また、注視方向の制御が可能である両眼ステレオカメラ、360度すべて感受できる全方位視覚センサ、ステレオマイクロホンが設置され、さらに全身を覆うようにして接触センサが搭載されている。つまり、視覚、聴覚、触覚によるコミュニケーションが可能なロボットというわけである。

基本的には、先に述べた行為再現パラダイムを用いた。刺激は、ロボビーの行為を撮影したビデオですべて作成された。その刺激を被験児に呈示し、その後、被験児がモデルの行為を完遂するかどうかを調べたわけである。ビデオの種類は、以下の4つであり、それぞれ次のようなシークエンスからなっていた（図4は、刺激の一場面）。

- 1) Full demonstration + gaze 条件：ロボットがとなりにいるパートナー（ヒト）の顔を見る—物体を受け取る—行為を完遂する—再びパートナーの顔を見る
- 2) Full demonstration + no gaze 条件：ロボットはまっすぐ前を向いたまま物体を受け取り、行為を完遂する
- 3) Failed attempt + gaze 条件：ロボットがとなりにいるパートナー（ヒト）の顔を見る—物体を受け取る—行為を完遂しようとするが失敗する—再びパートナーの顔を見る
- 4) Failed attempt + no gaze 条件：ロボットはまっすぐ前を向いたまま物体を受け取り、行為を完遂しようとするが失敗する

ターゲットとなった行為は、ダンベルを2つに分解する、ビーズをマグカップに入れる、ゴム製の髪留めを木の棒にフックする、の3種類であった。これらの条件のほか、統制条件では、物だけ渡して、ターゲットとなるような行為の出現頻度を記録し、これをベースラインとした。結果を、以下に述べる（表1参照）。

まず、統制条件では、ターゲットとなる行動がほとんど出現しなかった。すなわち、被験児は、物体を渡されただけでは、ターゲットとなるような行為を示さなかったというわけである。一方、Full demonstration 条件では、ロボットの視線がパートナーや物体に向けられようが、まっすぐに前に向けられたままであろうが、いずれの条件でも、被験児は実験者の行為を完遂した。しかしながら、Failed attempt 条件での結果、大変興味深いものとなった。被験児は、ロボットの視線がパートナーや物体に向かっているときは、モデルであるロボットの行為を完遂した。だが、ロボットがまっすぐに前を見たままの場合は、完遂しなかったのである。すなわち、被験児は、ロボットにコミュニケーションな視線を顕著に見出したときには、メルツォフの解釈でいうならば意図を読み取って、モデルであるロボットの失敗した行為を完遂する。大事なことは、ロボットの行為の中に意図をわかりやすく表出する要素が含まれていたかどうかということだった。ヒト以外のエージェントにも2～3歳児は意図を見出し得るのである。

#### IV 幼児のロボットに対する誤信念の帰属

ヒトの子どもは4、5歳までに「心の理論」を獲得し、他者の心的状態を推測できるようになるという。このことは、誤信念課題を用いた研究によって数多く報告されている。それでは、幼児が他者に誤信念を帰属するのは、対象がヒトであるときだけなのだ

ろうか。ロボットのように自律的に動くエージェントを、幼児はどのように理解しているのでしょうか。

筆者らは、就学前児（4歳－6歳児）を対象として、ヒト型ロボットを用いた標準的な誤信念課題をおこなった<sup>12)</sup>。ここでも、使用されたロボットは、先述したロボビーであった。まず刺激ビデオを被験児に呈示し、その後いくつかの質問をおこなった。刺激ビデオには、ロボビー・バージョンと、ヒト・バージョンが用意されていた。たとえば、ロボビー・バージョンの刺激ビデオでは、1) ロボビーがおもちゃのぬいぐるみを持って部屋に入ってくる、2) 部屋の机には大きい箱と小さい箱が置いてあり、ロボビーはぬいぐるみを大きい箱の中に隠して部屋を出て行く、3) その様子を覗き見ていた人が、部屋に入ってきて、大きい箱の中のぬいぐるみを小さい箱に移し替えて出て行く、4) ロボビーが再び部屋に戻ってくる、ここでビデオの映像は停止される。その後、4つの質問を被験児に与えた。その内容は、1) 戻ってきたロボビーがどちらの箱を探すかを問う予測質問、2) ロボビーが、どちらに入っているかと思っているかを問う表象質問、3) ぬいぐるみは最初どちらの箱に入っていたかを問う記憶質問、4) 今、ぬいぐるみがどこに入っているかを問う現実質問、であった。ヒト・バージョン刺激に対しても、同様の質問をおこなった。結果を概略すると以下の通りである。現実質問、記憶質問のいずれについても、ロボット条件、人間条件で、ほとんどの被験児が正答を示した。また、予測質問でも、70%の被験児が正答し、ロボット条件、人間条件で差はなかった。しかしながら、表象質問では、ロボット条件よりも人間条件のほうで正答者が多かった。すなわち、「思う」といったような心理動詞（*mental verb*）の使われる質問に対しては、幼児は、人間条件とは異なる反応を示したのである。このことから、幼児が、ロボットには、心理動詞を帰属させない可能性のあることがわかった。「行動が予測できる」ということと、「そのように考えて行動する」ということを、人の場合では容易に連合できるが、ロボットではそうした連合が起こりにくいかもしれない。

さて、ここまでは、ロボビーというヒューマノイドロボットを用いた実験を紹介した。しかしながら、ヒューマノイドロボットは、ヒト型ではあるものの、実際の外見はマシンそのものであり、人とは大きく異なる。筆者らは、ヒューマノイドロボットを用いて、コミュニケーションにおける動作の影響を検討してきたが、そのなかで、「見かけ」がコミュニケーションに与える影響も小さくないことを指摘している。この見かけと動作の問題については、従来のヒューマノイドロボットだけでは核心に迫れないため、われわれはアンドロイドサイエンスを提唱した<sup>13) 14)</sup>。アンドロイドサイエンスとは、「見かけと動作の問題に、工学と科学双方の視点から取り組み、コミュニケーションの本質に迫ろうとする研究の枠組み」のことである<sup>13)</sup>。アンドロイドサイエンス



は、見かけが人に極めてよく似ているロボット、すなわちアンドロイドの開発を通じて、人間科学と工学の融合を目指すものである。

このアンドロイドサイエンスは、発達科学にも十分適用可能であると考えられる。人の心の発達の一側面が、「心を発見していくプロセス」だとすると、乳児は、ノンヒューマン・エージェントのどのような動作を見て意図や意思、いわゆる心的状態を帰属させるのか、またそのことに対する見かけの影響はどうか、など検討できることは多い。乳児が発達の初期段階から人に対してコミュニケーション的な存在であることは、過去の多くの研究から知られている。たとえば、他者との相互交渉場面で、明らかに注意を引くようなおもちゃが動いているのに、相手がそれに注意を向けず、別の動かないおもちゃに注意を向けていると、その相手の顔と動いているおもちゃを交互に注視したり、指さしを出現させたりする。このように他者をコミュニケーション的なエージェントとして見る乳児の行動が、アンドロイドに対しても出現するかどうか、子ども型アンドロイドを用いて調べた。その結果、乳児は、アンドロイドに対しても、上記と同様の状況で、人に対するのと同じように交互注視を出現させた。少なくとも、乳児がこの子ども型アンドロイドを社会的な存在と見なしている可能性が、示されたわけである。今後、同様のロジックを用いた実験的分析がますます期待される。

## V おわりに

本稿では、「日本の子どもの発達コホート研究」の中で対象とされている、社会性の発達について、特にメンタライジングに焦点をあてた。人以外のエージェントをツールとして、いかなる条件がエージェントの目標志向性、意図や心の存在を子どもに認めさせるのかを検討した。その結果、子どもには確かに人に対する志向性が認められるものの、意図や心の存在を認めることと、人に対する認識は、平行的に進んで行く可能性が示唆された。すなわち、人以外のアニメーション刺激や、ロボットに対しても、文脈によっては心的状態 (mental state) を帰属させるのである。いわば、成人に見られるような、知覚的・社会的錯覚 (perceptual social illusion) とでもいうべき心的作用は、きわめて早い時期の子どもにも備わっているかもしれない。こうした心的機能が、後の社会的認知に大きく連関していることは、想像に難くないのである。

## 文献

- 1) Bushnell IWR, Sai F. & Mullin JT. Neonatal recognition of the mother's face. *Brit J Dev Psychol* 1989, 7: 3-15.

- 2) Johnson M. & Morton J. Biology and cognitive development: The case for face recognition. Oxford: Basil Blackwell. 1991
- 3) Meltzoff AN. & Moore MK. Imitation of facial and manual gestures by human neonates. Science 1977, 198: 75-78.
- 4) Bertenthal BI, Proffitt DR, & Cutting JE. Infant sensitivity to figural coherence in biomechanical motions. J Exp Child Psychol 1984, 37: 213-230.
- 5) Carpenter M, Tomasello M. & Call J. Understanding 'prior intentions' enables 2-year-olds to imitatively learn a complex task. Child Dev 2002, 75: 1431-1441.
- 6) Meltzoff AN. Understanding the intentions of others: reenactment of intended acts by 18-month-old children. Dev Psychol 1995, 31: 838-850.
- 7) Carpenter M, Akhtar N. & Tomasello M. Inf. Behav and Dev. 1998, 2, 315-330.
- 8) Gergely G, Knadasdy Z, Cisbra G, Biro S. Taking the intentional stance at 12 months of age. Cognition 1995, 56: 165-193.
- 9) Kuhlmeier V, Wynn K. & Bloom P. Attribution of dispositional states by 12-month-olds. Psychol Sci 2003, 14: 402- 408.
- 10) 辻晶子、板倉昭二 アニメーションにおける乳児の意図理解 平成15年度情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集 2003,127- 128.
- 11) Itakura S., Ishida H, Kanda T. & Ishiguro H. Inferring the goals of a robot: reenactment of goals paradigm with a robot. Poster presented at Int Conf on Inf Stud.
- 12) Itakura S, Kotani T, Ishida H, Kanda T. & Ishiguro H. Inferring a robot's false belief by young children. Poster presented at 32nd Jean Piaget Society
- 13) 石黒浩 アンドロイドサイエンス システム／制御／情報 2005, 49, 47-52.
- 14) 板倉昭二、石黒浩 アンドロイドの比較認知行動科学的研究 小野哲雄（編著）ヒューマンロボットインタラクションにおける認知 共立出版 印刷中

図1 メンタライジングの発達モデル

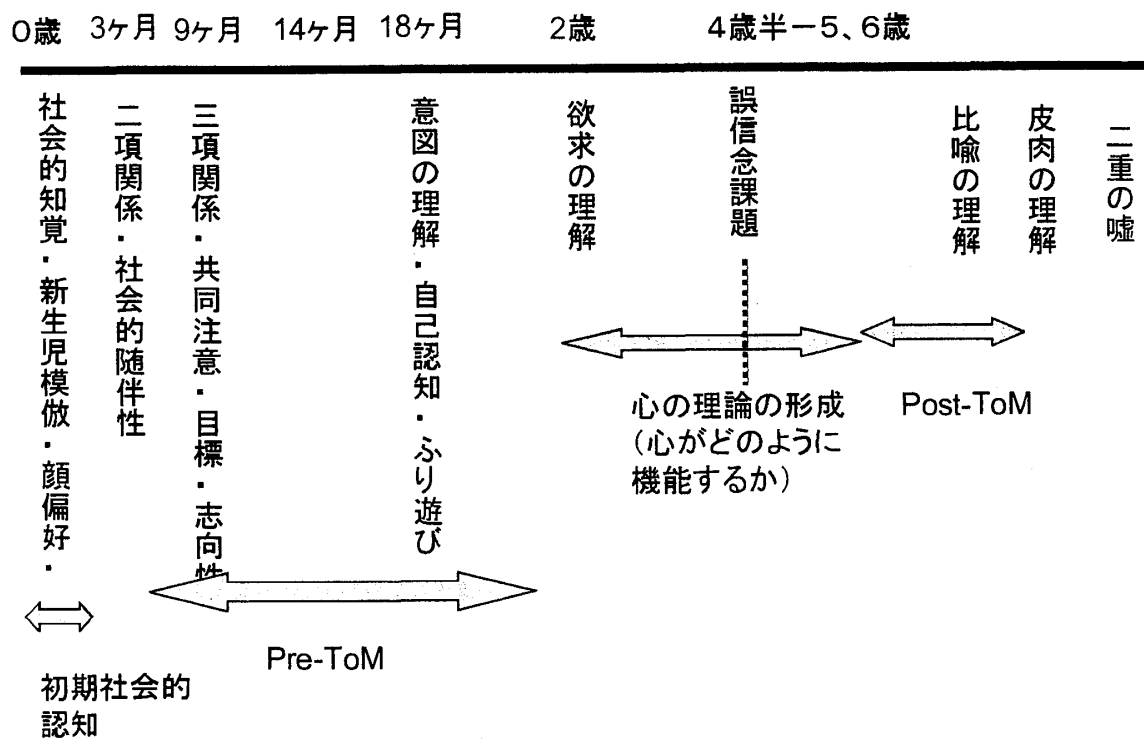


表1 結果

条件	結果 (平均完遂アイテム数、MAX=3)
1) Full demonstration + gaze	2.2
2) Full demonstration + no gaze	1.6
3) Failed attempt + gaze	2.1
4) Failed attempt + no gaze	0.7

図2 Gergely ら 1995) の使用した刺激の例

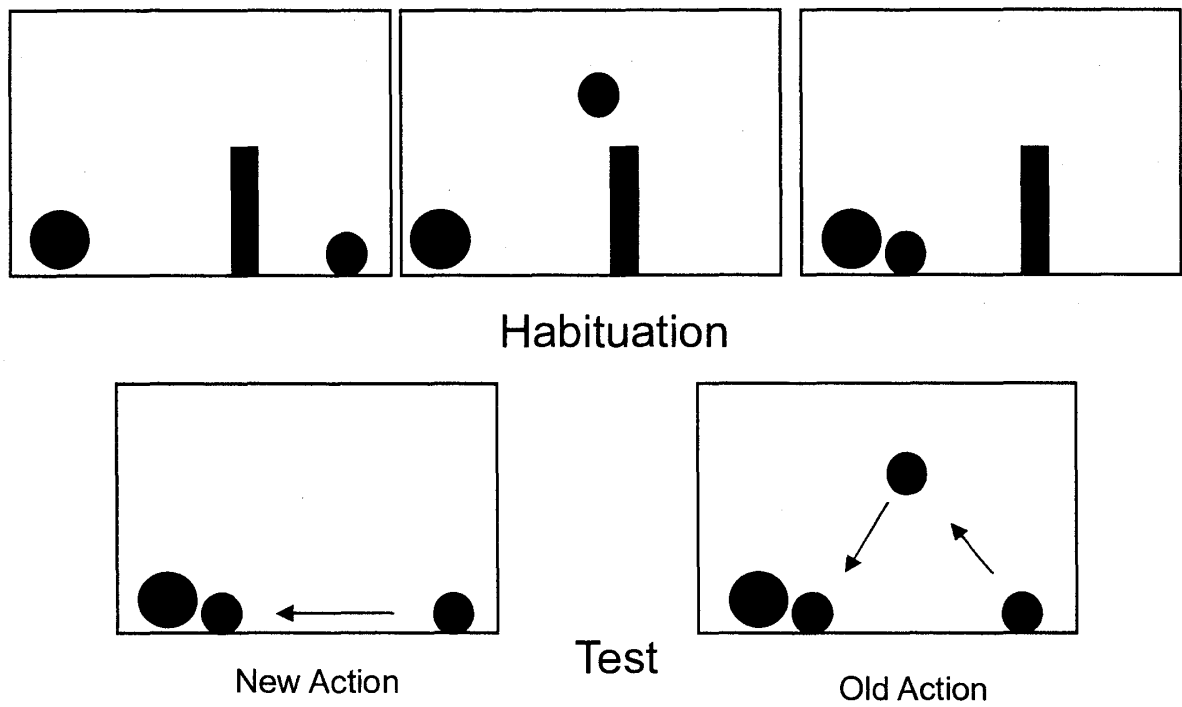


図3 辻・板倉 (2003) の使用した刺激の例

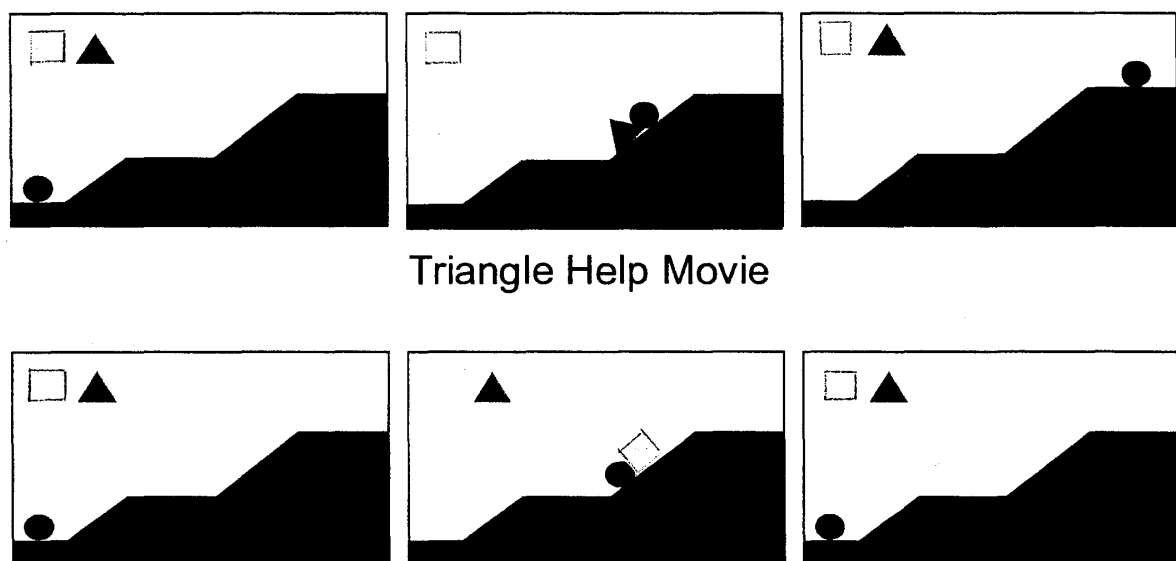


図4 使用した刺激の一例 (上段: Full Demo + no-gaze 条件、下段: Full Demo + gaze 条件) ATR 知能ロボティクス研究所 提供

